

METHOD FOR ASSIGNING DATA AND POWER IN DISCRETE MULTI-TONED COMMUNICATION SYSTEM

Publication number: JP11317723

Publication date: 1999-11-16

Inventor: LEVIN HOWARD E; MAY MICHAEL R; PENDLETON MATTHEW A; JOHNSON TERENCE

Applicant: MOTOROLA INC

Classification:

- international: H04J11/00; H04L27/26; H04L29/08; H04M3/00; H04M11/00; H04J11/00; H04L27/26; H04L29/08; H04M3/00; H04M11/00; (IPC1-7): H04J11/00; H04L29/08; H04M3/00; H04M11/00

- European: H04L27/26M1P

Application number: JP19990004993 19990112

Priority number(s): US19980007218 19980114; US19980007390 19980114

Also published as:

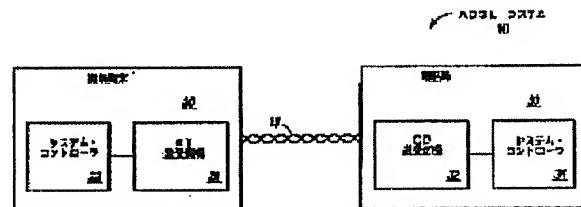
EP0930752 (A2)

EP0930752 (A3)

[Report a data error](#)

Abstract of JP11317723

PROBLEM TO BE SOLVED: To optimize the power consumption of a discrete multi-toned (DMT) system by reducing power with respect to a not-using carrier among plural carriers assigned with bits. SOLUTION: Data transmitted to a remote terminal 20 through a transmission medium 15 by a telephone station 30 is received by a transmitter/receiver 24 and given to a system controller 22 to process. In addition, an upstream signal from the terminal 20 is also processed by a system controller 34 through the transmitter/receiver 32 of the station 30. Then, carriers, namely bins, are sorted in an order from a maximum capacity to a minimum capacity to advance from the carrier of the maximum capacity to that of the minimum capacity to assign a transmission data rate and a data capacity is assigned until a designated data rate is obtained. Since a maximum data rate is assigned to a bin at first, the number of using carriers for transmitting data by a desired data rate is minimized to minimize power on an unused carrier. Thereby, an optimum power quantity can be dissipated.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

| | | |
|--------------------------|------|-------------------|
| (51)Int.Cl. ^a | 識別記号 | F I |
| H 04 J 11/00 | | H 04 J 11/00 Z |
| H 04 L 29/08 | | H 04 M 3/00 B |
| H 04 M 3/00 | | 11/00 302 |
| 11/00 302 | | H 04 L 13/00 307Z |

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 11 頁)

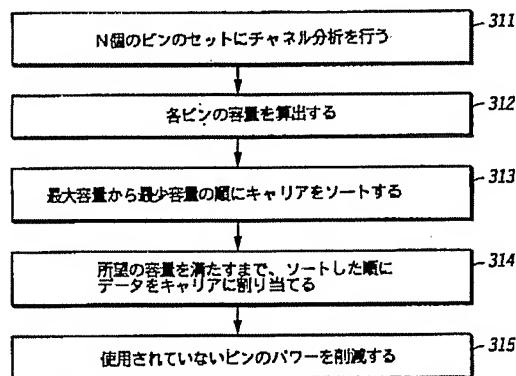
| | | | |
|-------------|------------------|---------|---|
| (21)出願番号 | 特願平11-4993 | (71)出願人 | 390009597 モトローラ・インコーポレイテッド MOTOROLA INCORPORATED アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、 イースト・アルゴンクイン・ロード1303 |
| (22)出願日 | 平成11年(1999)1月12日 | (72)発明者 | ハワード・イー・レビン アメリカ合衆国テキサス州オースチン、パ ラマウント・アベニュー2103 |
| (31)優先権主張番号 | 007218 | (72)発明者 | マイケル・アール・メイ アメリカ合衆国テキサス州オースチン、ロ ヂエスター・レーン13110 |
| (32)優先日 | 1998年1月14日 | (74)代理人 | 弁理士 大貫 進介 (外1名) 最終頁に続く |
| (33)優先権主張国 | 米国(US) | | |
| (31)優先権主張番号 | 007390 | | |
| (32)優先日 | 1998年1月14日 | | |
| (33)優先権主張国 | 米国(US) | | |

(54)【発明の名称】 離散マルチ・トーン通信システムにおいてデータおよびパワーを割り当てる方法

(57)【要約】

【課題】 離散マルチ・トーン(DMT)通信システムにおいてパワー消費の最適化を図るデータおよびパワー割り当て方法を提供する。

【解決手段】 ビット割り当て容量にしたがって、キャリアをソートする。次に、最大のビット割り当て容量を有するキャリアから最少のビット割り当て容量を有するキャリアの順に、全てのビットを割り当てるまで指定のビット・レートを得るために必要なビット数を割り当てる。割り当てる後、使用されていないビンのパワーを全て削減する。使用されていないビンは劣悪なビンを含み、データを宛先に確実に送信できないキャリアとして識別する。マージナル・ビンは、データを宛先に送信可能となり得るキャリアとして識別する。劣悪なビンのパワーを削減し、マージナルまたは良好なビンに割り当てる。ビット・レートの上昇を可能にする。または、マージナル・ビンのパワーを削減し、良好なビンに割り当てる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】離散マルチ・トーン通信システムを構成する方法であって：複数のキャリア上においてチャネルの分析を行う段階；前記複数のキャリアの一部にデータ容量を割り当てる段階であって、ビットを割り当てられた前記複数のキャリアの前記一部は使用中のキャリアであり、前記複数のキャリアの内ビットが割り当たらない一部は、使用されていないキャリアを含む段階；および前記使用されていないキャリアに対するパワーを削減する段階；から成ることを特徴とする方法。

【請求項2】前記使用されていないキャリアは、所定の性能基準を満たさないことを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】前記所定の性能基準は、指定されたエラー率以下の所定のデータ・レートを指定することを特徴とする請求項2記載の方法。

【請求項4】前記複数のキャリアをソートし、ソート・リストを作成し、ビット・ローディング容量にしたがって、前記ソート・リストをソートする段階；を更に含み；前記チャネルの分析を行う段階は、ビット・ローディング容量を判定する段階を含み、前記データ容量を前記複数のキャリアに割り当てるステップは、前記データ容量の全てを割り当てるまで、前記ソート・リストにしたがって使用中のキャリアに前記データを割り当てる段階を更に含み、最大のビット・ローディング容量を有するビンは、最大のビット・ローディング容量未満を有するビンの前に、完全に充填されることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項5】前記使用中のキャリアの少なくとも1つに対するパワーを増大させる段階を更に含むことを特徴とする請求項1記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的に、通信システムに関し、更に特定すれば、離散マルチ・トーン・システム(discrete multi-tone communication system)を構成する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】テレビ会議(video conferencing)やインターネット・アクセスのような、高データ・レート双方向サービスを、住宅および小規模事務所の顧客にも一層入手し易くするためには、高速データ通信経路が必要である。かかる高データ・レートサービスには光ファイバ・ケーブルが好適な伝送媒体であるが、既存の通信ネットワークにおいては容易に使用することができず、光ファイバ・ケーブルを設置する費用は法外に高い。現行の電話配線接続は、ツイストペア媒体で構成されており、ビデオ・オン・デマンドのような双方向サービス、またはそれよりも更に高速な相互接続に必要な高データ・レートに対応するように設計されたものはない。これに応

じて、非対称ディジタル加入者回線(ADSL: Asymmetrical Digital Subscriber Line)技術が開発され、既存のツイストペア接続の固定帯域幅以内で伝送能力を向上させることにより、新たな光ファイバ・ケーブルの設置を必要とすることなく、双方向サービスの提供を可能にした。

【0003】離散マルチ・トーン(DMT: Discrete Multi-Toned)とは、ツイストペア接続のような通信チャネルの使用可能帯域幅を、多数の周波数サブチャネルに

10 分割するマルチ・キャリア技術のことである。これらのサブチャネルは、周波数ビン(frequency bin)またはキャリアとも呼ばれている。DMT技術は、ANSI T1 E1.4(ADSL)委員会によって、ADSLシステムに用いるために採用されている。ADSLでは、DMTを用いて、エンド・ユーザに向かう下流伝送に26kHzから1.1MHzまでの250個の別個の4.3125kHzサブチャネルを発生し、エンドユーザによる上流伝送のために26kHzから138kHzまでの25個のサブチャネルを発生する。各ビンには、各伝送と共に送るある数のビットが割り当たられる。ADSLシステムに対してビン毎に割り当たるビット数は、0、および2ないし15ビットである。

【0004】ADSLシステムを用いてリアル・タイム・データを送信する前に、初期化プロセスを行う。初期化プロセスの第1部分の間、活性化および承認ステップを行う。ADSLシステムの電力投入に続いて送信活性化トーンを発生するのは、このステップの間である。送受信機トレーニングは、初期化プロセス中の次のステップである。送受信機トレーニングの間、ADSLシステムの等化フィルタをトレーニングし、システムの同期を得る。次に、初期化プロセスの一部として、チャネル分析および交換を行う。チャネル分析および交換の間、チャネルの信号対ノイズ比(SNR)を判定し、ビンのビット・ローディング・コンフィギュレーション(bit loading configuration)およびその他のコンフィギュレーション情報を転送する。

【0005】初期化プロセスに続いて、リアル・タイム・データ送信が開始する。リアル・タイム・データ送信の間、提案されているANSI規格の実施態様は、各キャリアを公称パワー量(nominal amount of power)で送信することを要求する。公称パワー量は、最大パワー量となるように提案されており、これは、パワー利得微調整のばらつきがキャリア間で発生するだけで、全てのビン全体に対してほぼ同一である。しかしながら、公称送信パワー量を各キャリアに割り当てるには欠点がある。例えば、1つの問題は、データを全く送信していないキャリアに公称パワー量を割り当てるに伴い、不要のパワー消費が生ずることである。これが発生するのは、要求されたデータ・レートが、回線上で使用可能な最大データ・レート未満の場合である。この余分なパワ

ーのために、パワー消費に関してシステムに余分なコストがかかることになる。未使用ビンにパワーを送信することに対する他の問題は、キャリアの信号が長い回線距離の間に減衰するために、所望の確実性でデータを送信できない地点が生ずることである。これが発生すると、劣悪なビンのピット割り当て容量が0にセットされるが、しかしながら、提案されている仕様の実施態様の下では、その送信パワーは、現在使用されていないビンにも割り当てられ続ける。したがって、高データ・レートがない場合でも、パワー・コストが高くなる。A D S L 10 仕様に伴う他の問題は、隣接する回線上において同様の周波数で信号を送信している場合、クロストーク干渉が発生することである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】典型的なDMTシステムでは、その消費パワーの概ね半分以上が、回線ドライバによって消費される。パワー増大に伴う熱の問題に加えて、隣接する電話回線からのクロストークが回線ノイズ・レベルを40dBにも高める可能性があるという、更に別の問題がある。したがって、DMTシステムのパワー消費を最適化し、隣接するツイストペアワイヤ間のクロストークを減少させることができれば有利であろう。

【0007】

【発明の実施の形態】図1は、A D S Lシステム10を示す。A D S Lシステム10は、遠隔端末20、およびツイストペア伝送媒体によって接続されている電話局(central office)30を備える。遠隔端末20および電話局30は、各々、システム・コントローラ22、34をそれぞれ備えている。加えて、遠隔端末20および電話局30は、それぞれ、送受信機24、32を備えている。A D S Lシステム10は、本発明を実施することができる。動作の間、電話局30は、伝送媒体15を通じて、下流データを遠隔端末20に送信する。データは、遠隔端末20の送受信機24によって受信され、送受信機24は受信データをシステム・コントローラ22に供給し、更に処理を進める。同様に、上流信号も遠隔端末20から伝送媒体15を通じて送信され、電話局の送受信機32によって受信され、送受信機32はシステム・コントローラ34にデータを供給する。

【0008】図2は、A D S Lシステム10内で使用するためのS N R参照表を示す。S N R参照表は、あるビンが特定数のピットを特定のピット・エラー率(B E R)で送信するために必要なS N Rである、S N R_{ref}を示す。例えば、図2の表によれば、S N Rが30であると判定されたビンは、7ピットのデータを送信することができる。また、必要であれば、使用するエラー補正の種類に応じてS N R参照表の値を変化する。例えば、エラー訂正の使用により、図2における各S N R_{ref}の値を3小さくすることができる。この減少によ

り、S N Rが30のビンは8ピットを送信することが可能となる。一般に、S N R参照表は経験的に得られるが、シミュレーションまたは理論的な結果に基づいて導出することも可能である。

【0009】図3は、本発明を実施する方法を示す。この特定実施例は、特定のDMTの実施態様を対象とするが、本発明はあらゆるDMTの実施態様にも適用されるることは理解されよう。ステップ311において、A D S Lチャネルの分析を行う。本発明の一実施例では、チャネル分析ステップ311は、初期状態におけるチャネルに対する信号対ノイズ比(S N R)を返す。通常、図3のチャネル分析ステップ311は、初期化プロセスの一部として実行する。しかしながら、図3のステップをリアル・タイム処理の間に実行する他の実施態様も、本発明によって予見される。

【0010】ステップ312において、各ビンのデータ容量を算出する。一実施例では、データ容量は、ステップ311において判定したキャリアのS N R、および図2のS N R参照表に基づいて算出する。データ容量は、所与のS N R参照表について、送信可能な最大ピット数を識別することによって、判定することができる。例えば、図2の表によれば、S N Rが32のビンに割り当てる可能な最大ピット数は、7ピットである。

【0011】次に、ステップ313において、最大容量から最少容量の順に、キャリア即ちビンをソートする。次に、ステップ314において、最大容量を有するキャリア(群)から始め、最少容量を有するキャリア(群)に進みつつ、送信すべきデータ・レートを割り当てる。指定したデータ・レートが得られるまで、データ容量を割り当てる。最初に最大データ・レートをこれらのビンに割り当てるにより、所望のデータ・レートでデータを送信するために使用するキャリア(使用キャリア)の数を最少に抑えることが可能となる。ステップ315において、未使用キャリア上のパワーを削減し、指定量の情報を送信するために用いられるパワーを最低に減らす。概して、使用中のビンのパワーの大きさの少なくとも1桁だけ、パワーを削減する。これは、各チャネルが使用中であるか否かには係らず、公称パワー量を各チャネルが維持しなければならない従来技術に対する利点である。使用していないビンに対するパワーを削減することにより、最適なパワー量の散逸が可能となる。

【0012】図4は、本発明の異なる実施例を示す。ステップ411において、1セットのキャリアNに対して、サブセット・キャリアXを指定する。サブセットXは、全体として、ピット・ローディング割り当てプロセスの間に好ましいキャリアまたは避けるべきキャリアを表す。次に、サブセットXに重み付けを行う。重み付けは、明示的とすることにより、ユーザが重み値を指定することや、あるいは暗示的とすることにより、システムがサブセットXにデフォルトの重みを有することも可能

である。例えば、サブセットXは、暗示的に重い重み付けを行うことも可能である。重みの機能については、ステップ415を参照しながら論ずることにする。

【0013】ステップ412において、セットNの各キャリアについて、チャネル分析を行う。ステップ412のチャネル分析は、既に論じた、図3のステップ311のチャネル分析と同様に行う。次に、ステップ413において、キャリア・セットN内の各ビンに対するビット・ローディング容量を算出する。このステップは、図3のステップ312と同様である。ステップ414において、セットXの中に含まれないセットNのキャリアを、最大ビット・ローディング容量から最少ビット・ローディング容量の順にソートし、ソートしたキャリア・サブセットを形成する。このステップは、セットのサブセットに対して行われることを除いて、図3のステップ313と同様である。ステップ419において、セットX内のキャリアを、更に、最大ビット・ローディング容量から最少ビット・ローディング容量の順にソートし、別のソート・サブセットを形成する。代替実施例では、セットXをソートしなくてもよい。

【0014】ステップ415において、キャリア・サブセットXに関連するビンを、ソートしたキャリアのセットに挿入するか、あるいはこれから除外する。一実施例では、セットXのビンに暗示的に重い重み付けが行われている場合、そのセットは、ある予め規定された基準を満たすビンの前または後のソート・セット内に配置する。例えば、重い重み付けが行われたビンは、最大容量のビンの前に配置することができる。別の実施例では、重い重み付けが行われたビンは、10ビットの容量を有するビンと、9ビットの容量を有するビンとの間に配置することができる。通常、重い重み付けが行われたセットには、大きなビット割り当て容量を有するビンを挿入する。1つのビンに対する最大ローディングが15ビットである一実施例では、重い重み付けが行われたセットは、通常、7ビット割り当てレベル以上に挿入する。

【0015】同様に、セットXのビンに暗示的に軽い重み付けが行われている場合、これらを全体的にソート・リストから除外し、最少のビット・ローディング容量を有するビンの後に挿入するか、あるいは指定されたローディング・レベルを有するビン間に挿入することができる。通常、軽い重み付けが行われたセットには、ビット割り当て容量が小さいビンを挿入する。1つのビンに対する最大ローディングが15ビットである一実施例では、軽い重み付けが行われたセットは、通常、7ビット割り当てレベルより下に挿入する。

【0016】数値的な重み付けを適用する実施例では、重みの値に基づいて、セットXのビンを正確に配置または除外する。

【0017】ステップ416において、指定したデータ・レートに対応するため必要なビット数が、セットの

ソート順に基づいて、ビンに割り当てられる。例えば、セットXを、ローディング容量が13ビットのビンと14ビットのビンとの間に挿入すると仮定する。割り当ては、セットX内ではなく、ローディング容量が15ビットのビンから開始する。一旦最初のビンに15ビットが割り当てられたなら、セット内ではなく、ローディング容量が15ビットの別のビンに、15ビットを割り当て、以下全ての15ビット・ビンが完全に割り当てられるまで続ける。次に、同様に、セットX内にない全ての14ビット・ビンを充填する。次に、セットX内にない全ての13ビット容量のビンのローディングの前に、セットXのビットを充填する。セットXの各ビンを充填することに続いて、13ビット容量のビンについて、充填プロセスを続ける。

【0018】図5は、隣接する回線間のクロストークを減少可能な、本発明の別の実施例を示す。ステップ501において、キャリアのサブセットX1を、第1回線カードに指定する。ステップ502において、図4のプロセスをサブセットX1に適用する。これは、特定のデータ・レートに対応するため駆動する必要がある回線カード2のキャリア数を、事実上最少に抑える。

【0019】ステップ503において、実質的に重複していないキャリアX2のサブセットを、第1回線カードに指定する。一実施例では、セットX1, X2は、異なる周波数で動作するビンにデータ容量を割り当てようとするという点で、相互に排他的である。更に他の実施例では、セットX1, X2は、互いに別個の回線カード内において使用されるビンをバッファするように選択する。例えば、セットX1がビン1ないし10を最初に充填すべきビンとして指定した場合、セットX2は、ビン12ないし21を最初に充填すべきビンとして示す。指定されたビンの中でビット・ローディング容量を割り当て可能である範囲において、セットX1, X2の周波数範囲をバッファする、未使用的ビン、即ち、ビン11がある。このバッファリングによって、クロストークに対する抵抗力(immunity)強化が可能となる。

【0020】一旦セットX2を規定したなら、図4の方法を適用し、システムのパワーを最適化する。ステップ505において、データ送信を行うと、パワー散逸の最適化および隣接する回線間のクロストーク制限が可能となる。

【0021】図6ないし図9は、本発明を実施する他の方法を示す。図6のステップ601において、ADS Lチャネルの分析を行う。一実施例では、チャネル分析は、初期状態におけるあるチャネルのSNRを返す。通常、チャネル分析および図6のステップは、初期化プロセスの一部として行われる。しかしながら、図6のステップをリアル・タイムで実行する他の実施態様も、本発明によって予見される。

【0022】チャネル分析ステップからのSNR値に基

づいて、ステップ602において、当該チャネルに関連するどのビンが良好なビンかについて判定を行う。良好なビンとは、最少量のデータを送信可能な、予め規定されたSNRを満足するビンと定義する。例えば、表2のSNR基準(SNR_{ref})値は、ビンに2ビットのデータを割り当て、かつ特定のBERを維持するためには、ビンは少なくとも1/4のSNRを有する必要があることを示す。SNRが1/4未満のチャネルがある場合、最小数のビットを送信するものの、表のBERを維持することができないチャネルであることを示す。通常、ビンが予め規定されたBERを満たしつつ、最少量のデータを送信可能であれば、良好なビンとして定義される。

【0023】次に、ステップ603において、チャネル内の劣悪なビンを全て識別する。劣悪なビンとは、予め規定された性能基準を満たすことができないビンのことである。一実施例では、特定のキャリアについて、予め規定されたBERの範囲内でデータを送信できないと判定された場合、劣悪なビンとして識別される。通常、この識別を得るには、特定のチャネルのSNRを、最少値の送信量のSNR_{ref}と比較し、指定された基準が満たされるか否かについて判定を行う。例えば、SNRからSNR_{ref}を減じて-5以下となるキャリアを全て、劣悪なビンとするという基準が考えられる。したがって、図2の表を用いる場合、SNRが9以下である全てのチャネルが、劣悪なビンとして分類されることになる。通常、劣悪なビンには、データを全く割り当てることができない。

【0024】次に、ステップ604において、マージナル・ビン(marginal bin)のセットを識別する。マージナル・ビンのサブセットとは、以前に良好なビンとも劣悪なビンとも判定されていないビンと定義する。前述の例では、マージナル・ビンは、9ないし1/4のSNR値を有する。その理由は、SNRが1/4以上のキャリアは良好なキャリアであり、SNRが9以下のキャリアは劣悪なビンとするからである。マージナル・ビンには、他の定義も同様に使用可能である。例えば、5ビットを搬送できないビンを全てマージナル・ビンとして定義したり、あるいはSNR_{ref}値間の間隔に基づいて定義することが望ましい場合もある。

【0025】次に、ステップ605において、劣悪なビンに割り当てた送信パワーを削減する。固定量だけパワーを削減したり、あるいは倍率に基づいてパワーを削減することができる。劣悪なビンの送信パワーを固定量だけ削減させる一例としては、フィルタ応答を変化させ、劣悪なビンを減衰させることである。倍率によって劣悪なビンのパワーを削減させる一例は、その周波数領域におけるキャリアに0.10を乗算することであろう。劣悪なビンに関連する送信パワーを削減することにより、データが送信される可能性がない場合、使用パワーが減少する。これは、全てのビン上で送信パワーを維持する

ことを指定する、またはマージナル・ビン上では少量のデータを送信することを提案する従来技術の方法に対する利点である。

【0026】次に、ステップ606において、マージナル・ビン上のパワーを増大させる。通常、劣悪なビンのパワーを削減することによって得られる量だけ、マージナル・ビンのパワーを増大させることにより、システム全体のパワーには変化を生じさせない。一実施例では、得られるパワーは、全てのマージナル・ビンに均等に与えるように使用する。他の例では、得られるパワーは、各ビンのSNRに基づいて、いずれかのマージナル・ビンに割り当てるとも可能である。更に別の実施例では、割り当られるパワーに対して最大のビット容量増加を得ることができるマージナル・ビンに、得られたパワーを追加する。

【0027】次に、ステップ620において、パワー・レベルが上昇した各マージナル・ビンについて、パワー増大の結果、マージナル・ビンが良好なビンとなったか否かについて判定を行う。この判定は、マージナル・ビンに対するチャネル分析によって推定または決定し、送信パワー増大後のSNR値が、データ転送に対応するのに充分か否かについて判定を行うことができる。マージナル・ビンが改善され、良好なビンと判定された場合、

フローはステップ607に進み、新たに識別された良好なビンを、そのように識別する。マージナル・ビンのパワーが増大したものの、未だマージナルであると判定された場合、フローはステップ608に進む。ステップ608において、このビンを劣悪なビンとして識別し、フローはステップ305に進み、ここで新たに識別された劣悪なビンのパワーを削減する。尚、ステップ608において、ビンのマージナル・ステータスを維持し、更にパワーを増大し、良好なビンを作成しようとすることも可能である。しかしながら、マージナル・ビンの少なくともいくつかを劣悪なビンとして識別し、割り当てのために余分なパワーを解放してマージナル・ビンのSNRを改善するために使用し、ステップ608において劣悪なビンとして識別しないようにする必要がある。次に、ステップ609において、良好なビンとして定義された全てのビン上で、データを送信する。

【0028】図6のフローは、劣悪なビンに一定のパワー・レベルを維持しないことにより、従来技術の提案に対する改善を与えるものである。加えて、従来技術は、データ・レート上の処理能力を改善するために、よいビンにもマージナル・ビンにも大幅なパワーの増大を許さない。本発明は、パワーの増大を行わなければ、少なくともいくつかのビンにおいて有用なデータを送信および受信できないという点まで信号強度が減衰する場合に、データ・レートを最大に高めることを可能とする。

【0029】図7は、本発明による別の方法を示す。ステップ701ないし704は、図6のステップ601な

30

40

50

いし604と同様であり、これ以上論じないことにする。次に、ステップ706において、マージナル・ピンおよび良好なピンのパワーを増大する。この実施例では、マージナル・ピンのパワーだけを増大するのではない。これによって、良好なピンおよびマージナル・ピンに同様にビット割り当ての増加が可能となる。ステップ720, 707, 708, 709は、図6のステップ620, 607, 608, 609と同様であり、ここではこれ以上論じないことにする。

【0030】図8は、本発明による別な方法を示す。ステップ801ないし804は、図6のステップ601ないし604と同様であり、これ以上論じないことにする。次に、ステップ805において、マージナル・ピンおよび劣悪なピンのパワーを削減する。次に、ステップ806において、良好なピンのパワーのみを増大する。この実施例では、劣悪なピンおよびマージナル・ピンからの使用可能なパワー全てを、良好なピンに割り当てし直す。これによって、良好なピンに割り当てるビットを増加させることができる。通常、特定のBERにおける各ピンの最大データ容量を送信するために必要な量を超えてパワーを増大させることはない。

【0031】本発明を用いたビット・レートの上昇を図9に示す。図9は、使用されていないキャリアに付随するパワーを割り当てし直した場合に、本発明者によって観察されたビット・レート利得を示す。250個のキャリア全てを使用する場合、割り当てし直すパワーはなく、したがって、全体的なデータ・レートの上昇もないことに気が付かれよう。しかしながら、検査したシステムにおいて100個のキャリアのみを用い、150個の使用されていないキャリアからのパワーを使用中のピンに割り当てし直した場合、毎秒約550キロビットのビット・レート上昇が実現した。したがって、ADSLシステムに関連するパワーを割り当てし直すことによって、従来技術の標準に対し、性能の向上が得られること認められよう。本発明を用いると、パワーをピンに割り当てし直すことにより、ピンは追加の距離まで信号を搬送することができるため、信号を送信可能な距離が延長することになる。これは、かかるパワー再割り当てを考慮しない従来技術に対する利点の1つである。

【0032】前述の説明は、ADSLシステムのパワー消費を改善するために好適な方法を明らかにした。本発明について、具体的な実施例を参照しながら説明した。しかしながら、請求項に明記されている本発明の範囲か

ら逸脱することなく、種々の改良や変更も本発明には可能であることを、当業者は認めよう。例えば、前述の具体的な実施例は、図2のSNR ref表を用いて、ピンのローディングを判定することについて論じた。ピンのローディングを判定する他の方法も使用可能であることは、当業者であれば認めるであろう。本発明によって予見される改良の一例は、ピンの多数のサブセットを識別し、重み付けすることであろう。本発明は、他のピン分類方法を用いる場合にも等しく適用可能であることを当業者は認めよう。更に他の改良例としては、使用されていないピンのいくつかまたは全てのパワーを周期的に送信し、ピンのSNRを監視することがあげられる。特許請求の範囲においては、ミーンズ・プラス・ファンクション(means-plus-function)項目(群)がある場合は、いずれも、ここに記載した構造で、列挙した機能(群)を行うものを含むこととする。また、ミーンズ・プラス・ファンクション項目(群)は、列挙した機能(群)を行う構造的同等物および同等の構造も含むこととする。

【図面の簡単な説明】

【図1】ADSLシステムを示すブロック図。

【図2】SNR参照表を示す図。

【図3】本発明を実施する具体的な方法を示すフロー・チャート。

【図4】本発明を実施する具体的な方法を示すフロー・チャート。

【図5】本発明を実施する具体的な方法を示すフロー・チャート。

【図6】本発明を実施する具体的な方法を示すフロー・チャート。

【図7】本発明を実施する具体的な方法を示すフロー・チャート。

【図8】本発明を実施する具体的な方法を示すフロー・チャート。

【図9】ビット・レートの上昇対使用キャリア数の関係を示すグラフ。

【符号の説明】

10 ADSLシステム

15 伝送媒体

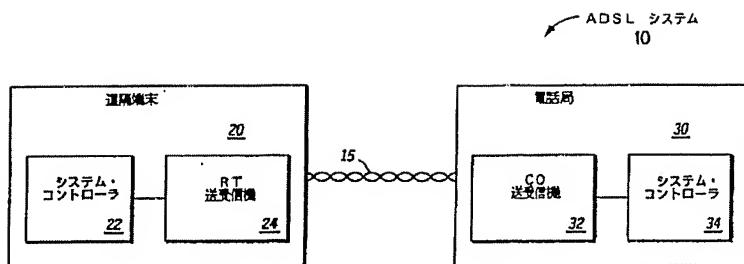
20 遠隔端末

22, 34 システム・コントローラ

24, 32 送受信機

30 電話局

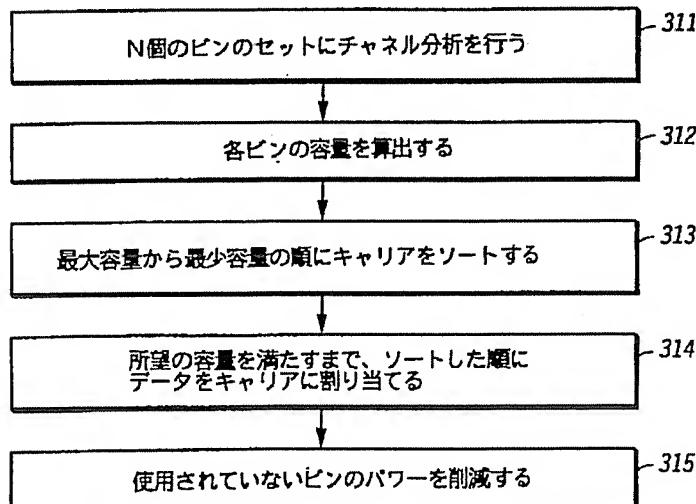
【図1】



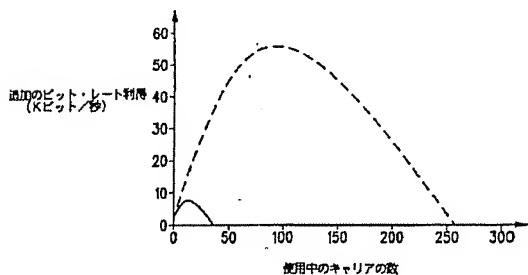
【図2】

| SNR表 | |
|------|--------------------|
| ビット | SNR _{REF} |
| 2 | 14 |
| 3 | 19 |
| 4 | 21 |
| 5 | 24 |
| 6 | 27 |
| 7 | 30 |
| 8 | 33 |
| 9 | 36 |
| 10 | 39 |
| 11 | 42 |
| 12 | 45 |
| 13 | 48 |
| 14 | 51 |
| 15 | 54 |

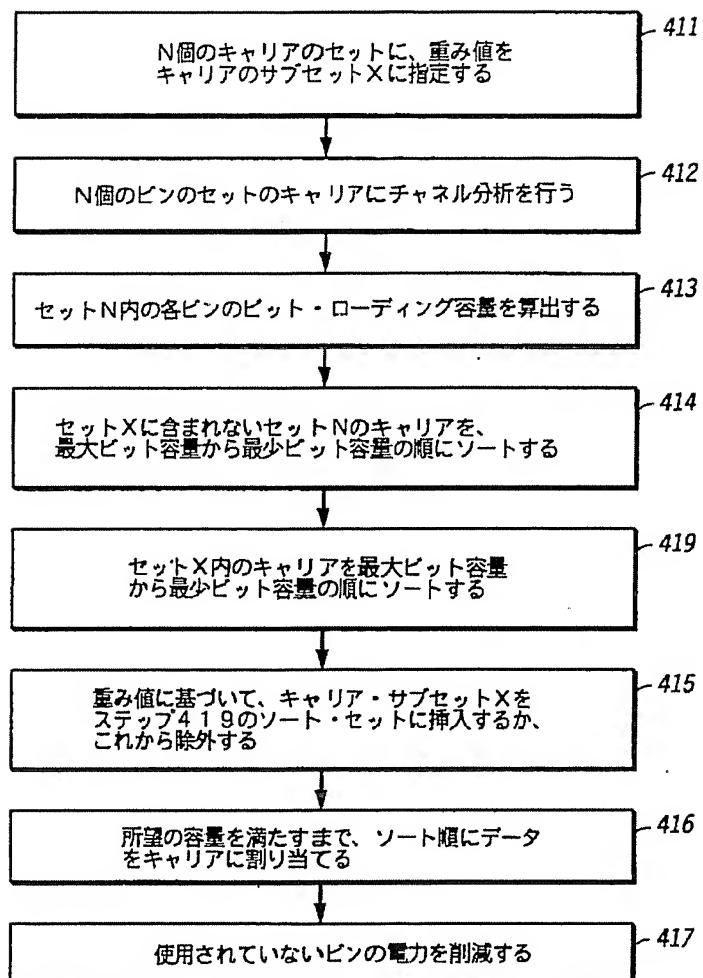
【図3】



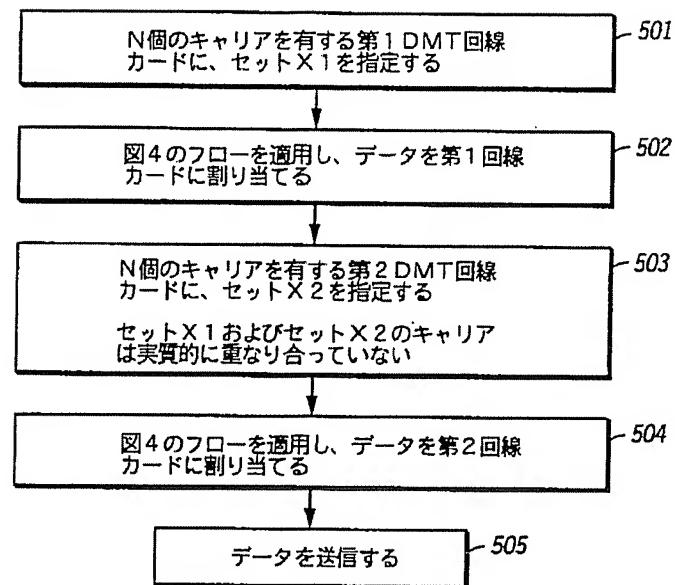
【図9】



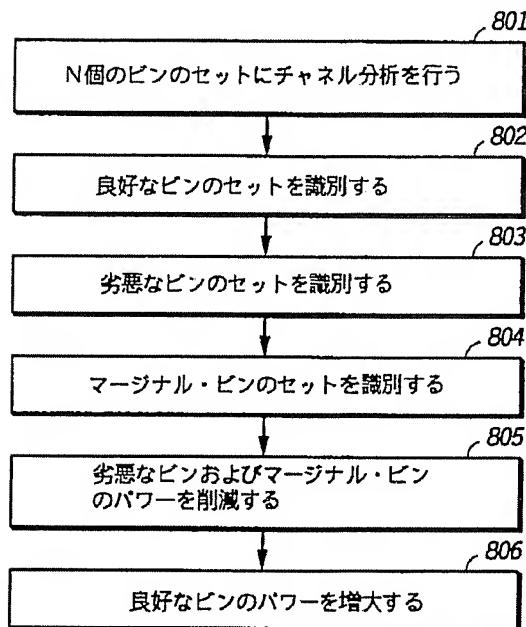
[図4]



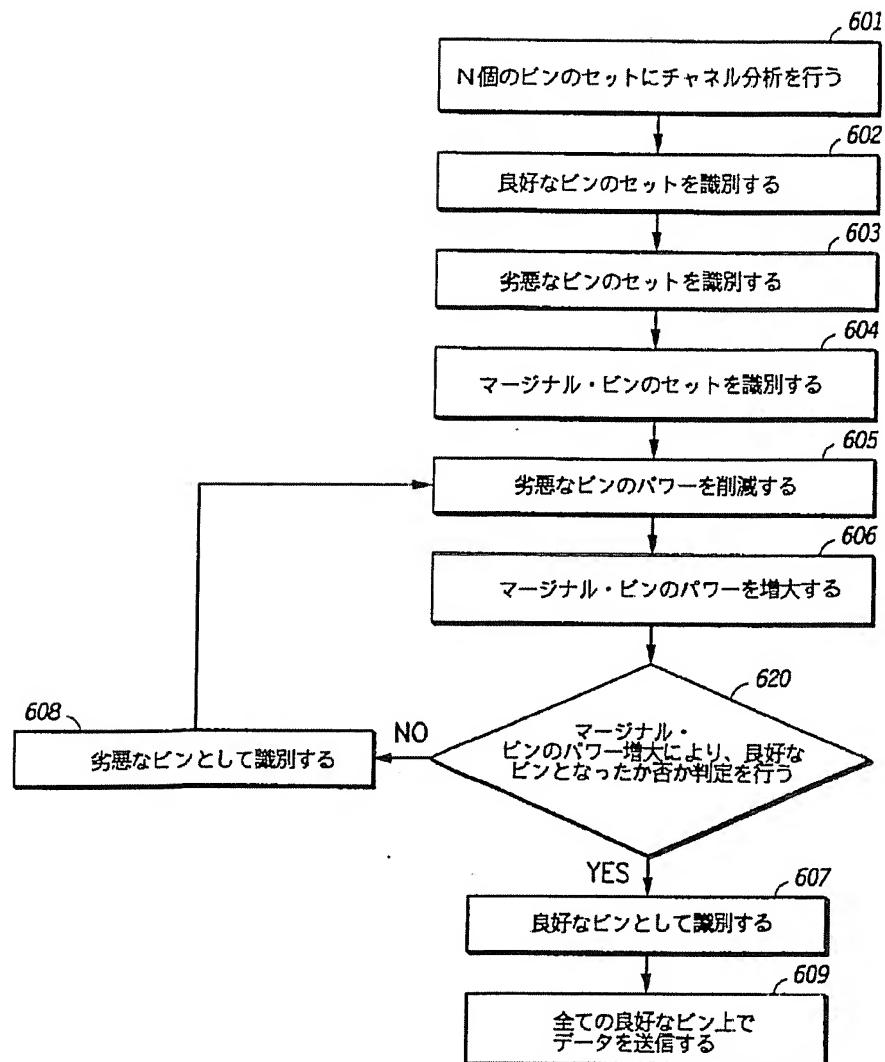
【図5】



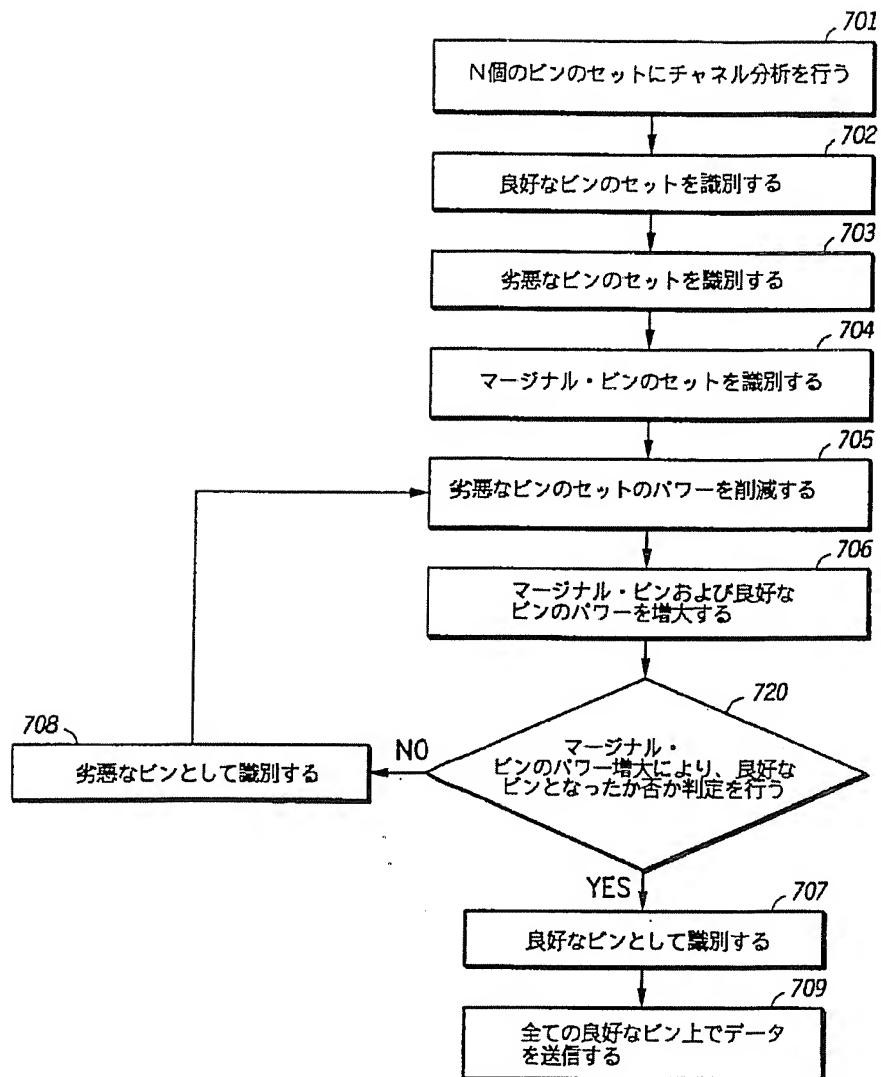
【図8】



[図6]



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 マシュー・エー・ペンドルトン
 アメリカ合衆国テキサス州シダー・バーグ、ペイベリー・コート503

(72)発明者 テレンス・ジョンソン
 アメリカ合衆国テキサス州オースチン、チャカー・サークル10100

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第3区分

【発行日】平成18年3月2日(2006.3.2)

【公開番号】特開平11-317723

【公開日】平成11年11月16日(1999.11.16)

【出願番号】特願平11-4993

【国際特許分類】

【手続補正書】

【提出日】平成18年1月12日(2006.1.12)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 離散マルチ・トーン通信システムの所望のデータ・レートが最大データ・レートより小さい場合に、該離散マルチ・トーン通信システムの電力消費を最適化する方法であって：

前記通信システムに関連する複数のキャリアのビット・ローディング容量を決定する段階；

前記ソートされた順序で前記複数のキャリアに対し、前記所望のデータ・レートが達成されるまで、データ・ビットを割り当てる段階；および

少なくとも1つの使用されていないキャリアに対する電力を削減する段階；

を具備することを特徴とする方法。

【請求項2】 離散マルチ・トーン通信システムの所望のデータ・レートが最大データ・レートより小さい場合に、前記離散マルチ・トーン通信システムの電力消費を最適化する方法であって：

前記通信システムに関連する複数のキャリアのビット・ローディング容量を決定する段階；

前記複数のキャリアをソートしてソート・リストを作成し、前記ビット・ローディング容量に従って前記ソート・リストをソートする段階；

前記データ容量の全てが割り当たるまで前記ソート・リストに従って前記複数のキャリアに対しデータ容量を割り当てる段階であって、最大のビット・ローディング容量未満のビンの前に、最大のビット・ローディング容量を有するビンが完全に充填される段階；および

使用されていないキャリアに対する電力を削減する段階であって、前記使用されていないキャリアはいずれのデータ容量も割り当たらない段階；

を具備することを特徴とする方法。

【請求項 3】 離散マルチ・トーン通信システムのデータ・レートを最適化する方法であって：

複数のピンに対しチャネル分析を行なう段階；

劣悪なピンを識別する段階であって、劣悪なピンは予め規定された性能基準に合致しない前記複数のピンの内の1つであり、前記予め規定された性能基準は前記劣悪なピンを使用していざれかのデータが送信できるか否かを規定する段階；

前記劣悪なピンによって送信されるべき削減された電力を指定する段階；および

前記劣悪なピンでない前記複数のピンの内の少なくとも1つによって送信されるべき増大された電力を指定する段階；

を具備することを特徴とする方法。

【請求項 4】 離散マルチ・トーン通信システムのデータ・レートを最適化する方法であって：

複数のピンに対しチャネル分析を行なう段階；

劣悪なピンを識別する段階であって、劣悪なピンは第1の予め規定された性能基準に合致しない前記複数のピンの内の1つであり、前記第1の予め規定された性能基準は前記劣悪なピンを使用していざれかのデータが送信できるか否かを規定する段階；

良好なピンを識別する段階であって、良好なピンは第2の予め規定された性能基準に合致する前記複数のピンの内の1つである段階；

劣悪なピンに対する送信電力を第1の電力量だけ削減する段階；および

良好なピンに対する送信電力を第2の電力量だけ増大する段階；

を具備することを特徴とする方法。